



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 24 637 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
F 02 M 51/06

②① Aktenzeichen: 197 24 637.0  
②② Anmeldetag: 11. 6. 97  
②③ Offenlegungstag: 17. 12. 98

DE 197 24 637 A 1

⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Boecking, Friedrich, 70499 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Einspritzventil

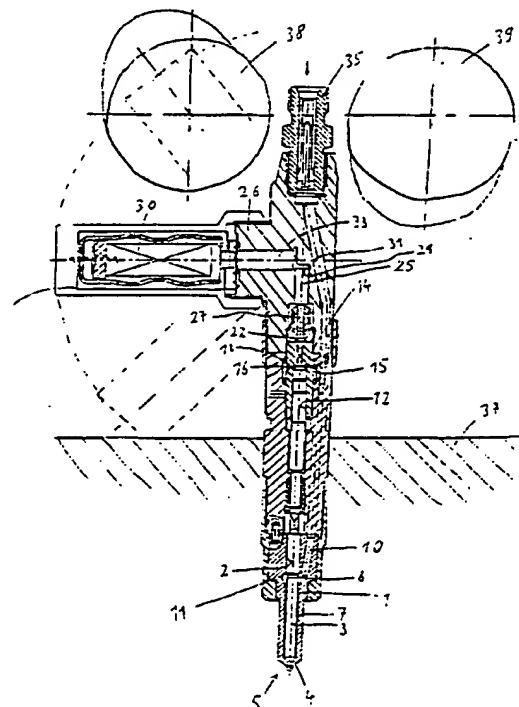
- ⑤⑦ Einspritzventil für einen Verbrennungsmotor mit
- einem Stößel (27) für ein Ventilglied (22),
  - einem elektrisch betätigbaren Aktuator (30) für den Stößel (27).

Zur Erweiterung der Einbaumöglichkeiten unter beengten Platzverhältnissen ist vorgesehen,

- daß die Stoßrichtung des Stößels (27) und die Hubrichtung des Aktuators (30) einen Winkel einschließen, der von Null und 180° abweicht,
- daß Stößel (27) und Aktuator (30) hydraulisch miteinander gekoppelt sind.

Bevorzugt ist zwischen dem Aktuator (30) und dem Stößel (27) ein hydraulischer Wegübersetzer (25, 31, 33) angeordnet.

Anwendung als sogenannter Common-Rail-Injector für Verbrennungsmotoren in Vier-Ventil-Technik.



DE 197 24 637 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht von der Gattung aus, wie im unabhängigen Anspruch 1 angegeben. Ein entsprechendes Einspritzventil (auch als Injector bezeichnet) ist in der GB 1 320 057 A beschrieben.

Bei ventilsteuerten Motoren mit mehr als zwei Ventilen pro Zylinder ist der Bauraum am Zylinderkopf zwischen den Ventilsfedern und/oder Nockenwellen so stark beschränkt, daß der Einbau eines herkömmlichen Einspritzventils mit einem elektrisch betätigbaren, insbesondere einem piezoelektrischen Aktuator erschwert, wenn nicht unmöglich ist.

## Vorteile der Erfindung

Das Einspritzventil nach der Erfindung ist besonders als sogenannter Common-Rail-Injector für Verbrennungsmotoren in Vier-Ventil-Technik geeignet.

Es eröffnet neue Einbaumöglichkeiten und erlaubt die Nutzung bisher nicht genutzter Raumzonen an einem Verbrennungsmotor für den Einbau eines Einspritzventils.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben, deren Merkmale auch, soweit sinnvoll, miteinander kombiniert werden können.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn zwischen dem Aktuator und dem Stößel ein hydraulischer Wegübersetzer angeordnet ist. Dies ermöglicht nämlich den Einsatz eines piezoelektrischen Aktuators, der bekanntlich zwar große Kräfte, aber nur geringe Hübe erzeugen kann. Das Prinzip eines solchen Wegübersetzers ist beispielsweise in der internationalen Anmeldung WO 94/19597 beschrieben; dort ist der Wegübersetzer als hydraulischer Transformator bezeichnet.

Ein solcher Wegübersetzer kann als erste Möglichkeit zwei hydraulisch miteinander verbundene, feststehende Zylinder unterschiedlichen Querschnitts mit jeweils einem beweglichen Kolben aufweisen, wobei der dickere Kolben mechanisch mit dem Aktuator und der dünnere mit dem Stößel gekoppelt ist. Dabei soll der Begriff "Kolben" generell auch einen Plunger umfassen.

Als zweite Möglichkeit kann der Wegübersetzer folgendes aufweisen:

- einen Zylinder mit einem Kolben, der mechanisch mit dem Stößel gekoppelt ist,
- einen hydraulisch mit dem Zylinder verbundenen, hydraulischen Übersetzerraum, dessen aktuelles Volumen von der aktuellen Auslenkung einer ihn begrenzenden Membran bestimmt ist, die mechanisch mit dem Aktuator gekoppelt ist.

Hierbei ist also einer der Kolben der ersten Möglichkeit durch eine Membran ersetzt.

Um eine hohe hydraulische Steifigkeit des Wegübersetzers zu erzielen, ist es vorteilhaft, dessen Schadvolumen zu minimieren. Die Steifigkeit des Schadvolumens sollte nicht weniger als die Hälfte der Steifigkeit des Aktuators betragen. Um dies zu erreichen, sollten bei der ersten Möglichkeit die Zylinder und bei der zweiten Möglichkeit die Membran und der Zylinder in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander angeordnet sein, damit das hydraulische Verbindungsvolumen zwischen den Zylindern oder allgemein gesagt das Volumen des hydraulischen Übersetzerraumes möglichst klein ist.

Um die Baulänge des Einspritzventils in Stoßrichtung gering zu halten, was der Steifigkeit des Stößels zugute

kommt, ist es zweckmäßig, den Aktuator möglichst dicht an das einspritzdüsenseitige Ende des Einspritzventils zu legen, das heißt mit anderen Worten, den Schnittpunkt zwischen der Stoßrichtung und der Hubrichtung möglichst nahe an die Einspritzdüse zu legen, im Extremfall sogar soweit, daß beim Einbau des Einspritzventils in einen Verbrennungsmotor ein den Aktuator enthaltender Bestandteil des Einspritzventils durch eine Öffnung (beispielsweise eine Bohrung) im Zylinderkopf geführt werden muß, um am restlichen Teil des Einspritzventils befestigt werden zu können.

Eine weitere Anpassung an die Platzverhältnisse an dem Zylinderkopf eines Verbrennungsmotors ist dadurch möglich, daß der Aktuator mit dem restlichen Teil des Einspritzventils über ein Zwischenstück verbunden ist, das einen geringeren Querschnitt hat als der Aktuator.

## Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung gezeigt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es ist dargestellt in

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 2 ein Detail aus Fig. 1,

Fig. 3 eine Abwandlung gegenüber Fig. 3,

Fig. 4 eine weitere Abwandlung gegenüber Fig. 3,

Fig. 5 eine Abwandlung gegenüber Fig. 1.

Im wesentlichen gleiche Teile in unterschiedlichen Figuren sind mit gleichen Bezugszeichen versehen.

## Beschreibung

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Einspritzventils ist in der Fig. 1 in wesentlichen Teilen im Schnitt wiedergegeben. Dieses Einspritzventil ist in einen Zylinderkopf 37 eines Motors unterhalb zweier Nockenwellen 38, 39 eingebaut und weist ein Ventilgehäuse 1 auf, in dem in einer Längsbohrung 2 eine Ventilnadel 3 geführt ist. An ihrem einspritzdüsenseitigen Ende (in der Figur unten) ist diese Ventilnadel mit einer kegelförmigen Dichtfläche 4 versehen, die an der in den Brennraum (nicht dargestellt) ragenden Spitze 5 des Ventilgehäuses 1 mit einem Sitz zusammenwirkt, von dem aus (wegen ihrer geringen Größe kaum erkennbare) Einspritzöffnungen wegführen. Diese verbinden das Innere des Einspritzventils (hier den die Ventilnadel 3 umgebenden Ringraum 7, der mit Kraftstoff gefüllt ist, der unter Einspritzdruck steht) mit dem Brennraum, um so eine Einspritzung zu vollziehen, wenn die Ventilnadel 3 von dem Sitz abgehoben hat. Der Ringraum 7 ist mit einem Druckraum 8 verbunden, der ständig in Verbindung mit einer Druckleitung 10 steht, über die dem Einspritzventil von einem hier nicht weiter gezeigten Kraftstoffhochdruckspeicher Kraftstoff unter Einspritzdruck zugeführt wird. Dieser hohe Kraftstoffdruck wirkt auch in dem Druckraum 8 und dort auf eine Druckschulter 11, über die in bekannter Weise die Ventilnadel 3 bei geeigneten Bedingungen von dem Sitz abgehoben werden kann.

Am anderen Ende der Ventilnadel 3 ist diese in einer Zylinderbohrung 12 geführt und schließt dort mit ihrer Stirnseite 14 einen Steuerdruckraum 15 ein, der über eine Drosselverbindung 16 ständig mit einem Ringraum 17 verbunden ist, der wie auch der Ringraum 8 ständig mit dem Kraftstoffhochdruckspeicher in Verbindung steht.

Auf die Beschreibung weiterer Einzelheiten der Ventilgruppe oberhalb des Ringraumes 17 wird verzichtet, weil sie nicht Gegenstand der Erfindung sind.

Die Ventilgruppe weist einen Betätigungskolben 25 auf, der fest mit einem Ventilielg 22 verbunden ist und gegenüber dem in einem Gehäuseteil 26 geführten Stößel 27 einen

größeren Durchmesser aufweist. Der Betätigungskolben 25 ist in einer Führungsbohrung dichtend geführt und begrenzt mit seiner Stirnfläche 29 einen Übersetzerraum 31 eines Wegübersetzers, der sich quer zur Achse des Betätigungskolbens 25 und senkrecht dazu ausdehnt. Dieser Übersetzerraum 31 wird ferner (vergleiche Fig. 2) durch eine Stirnseite 32 eines Aktuatorkolbens 33 begrenzt derart, daß der Übersetzerraum 31 allseitig eingeschlossen ist. Die Achse des Betätigungskolbens 25 liegt coaxial zur Achse (Stoßrichtung) der Ventilmadel 3, und die Achse (Hubrichtung) des Aktuatorkolbens 33 liegt senkrecht zur Stoßrichtung.

Durch einen Teil 34 eines Kreisbogens ist angedeutet, daß der Winkel zwischen Stoßrichtung und Hubrichtung auch andere Werte als 90° (jedoch nicht 0° oder 180°) annehmen kann. Mit unterbrochenen Linien ist zudem als Beispiel für einen anderen Winkel eine mögliche Lage 33a des Aktuatorkolbens mit dem zugehörigen Teil 31a des Übersetzerraumes angedeutet.

Der Aktuatorkolben 33 ist dabei ebenfalls dichtend im Gehäuseteil 26 geführt und kann von einem Piezostack 30 bewegt werden. Bei Erregung des Piezostacks 30 erfolgt eine Ausdehnung derart, daß der Aktuatorkolben 33 das Volumen des Übersetzerraumes 31 zu verringern sucht, was so gleich dadurch kompensiert wird, daß der Betätigungskolben 25 ausweicht. Da der Aktuatorkolben 33 eine größere Wirkfläche senkrecht zu seiner Hubrichtung hat als die Wirkfläche des Betätigungskolbens 25 senkrecht zu dessen Stoßrichtung, führt letzterer eine um die Wirkflächenverhältnisse übersetzte Bewegung aus und wird selbst bei kleinen Längenänderungen des Aktuators 33 um eine wesentlich größere Wegstrecke verstellt.

Die Druckleitung 10 weist einen Anschluß 35 auf, der auch an einer anderen Stelle so angeordnet sein kann, daß seine Längsrichtung quer zur Stoßrichtung verläuft.

Fig. 4 zeigt eine Alternative zu den Fig. 2 und 3. Dabei ist der Aktuatorkolben durch eine Membran 40 mit Schubglied 33a ersetzt.

Der Übersetzerraum 31 nach den Fig. 2 bis 4 ist möglichst kleinvolumig gestaltet, damit die Steifigkeit des durch den Übersetzerraum 31 gebildeten Schadvolumens möglichst groß ist. Dies wird dadurch erreicht, daß die beiden Kolben 25, 33 (ersatzweise die Membran 40) mit ihren Hubräumen 50 nahe beieinander angeordnet sind, daß die Hubräume ohne ausgeprägten Verbindungskanal unmittelbar ineinander übergehen.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 ist zwischen dem Aktuator 30 und dem Rest des gezeigten Einspritzventils ein schlankeres Zwischenstück 36 mit einem Zwischenstoßel 42 vorgesehen, das dazu dienen kann, den Aktuator 30 größeren Querschnitts in eine Region mit größerem Platzangebot zu verlagern. Dies führt zu einer noch flexibleren Einsetzbarkeit des Einspritzventils nach der Erfindung. Das Zwischenstück kann einstückig oder mit Hilfe einer nur angedeuteten Schraubverbindung 41 lösbar mit dem Rest des Einspritzventils verbunden sein.

Die Austauschbarkeit des Zwischenstückes 36 ermöglicht durch den Einsatz unterschiedlich langer Zwischenstücke die Anpassung an unterschiedliche Abstände der Nockenwelle 38 von der Achse der Einspritzdüse bei unterschiedlichen Motorkonstruktionen.

- daß die Stoßrichtung des Stoßels (27) und die Hubrichtung des Aktuators (30) einen Winkel einschließen, der von Null und 180° abweicht,
- daß Stoßel (27) und Aktuator (30) hydraulisch miteinander gekoppelt sind.

2. Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Aktuator (30) und dem Stoßel (27) ein hydraulischer Wegübersetzer (25, 31, 33) angeordnet ist.

3. Einspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß, der Wegübersetzer (25, 31, 33) zwei hydraulisch miteinander verbundene, feststehende Zylinder unterschiedlichen Querschnitts mit jeweils einem beweglichen Kolben (25, 33) aufweist, wobei der dickere Kolben (33) mechanisch mit dem Aktuator (30) und der dünnere (25) mit dem Stoßel (27) gekoppelt ist.

4. Einspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß, der Wegübersetzer (25, 31, 40) folgendes aufweist:

- einen Zylinder mit einem Kolben (25), der mechanisch mit dem Stoßel (27) gekoppelt ist,
- einen hydraulisch mit dem Zylinder verbundenen Übersetzerraum (31), dessen aktuelles Volumen von der aktuellen Auslenkung einer ihn begrenzenden Membran (40) bestimmt ist, die mechanisch mit dem Aktuator (30) gekoppelt ist.

5. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Steifigkeit des Schadvolumens des Wegübersetzers (25, 31, 33, 40) nicht weniger als die Hälfte der Steifigkeit des Aktuators (30) beträgt.

6. Einspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel rund 90° beträgt.

7. Einspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktuator (30) piezoelektrisch arbeitet.

8. Einspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schnittpunkt der Stoßrichtung des Stoßels (27) mit der Hubrichtung des Aktuators (30) so nahe am einspritzdüsenseitigen Ende des Einspritzventils liegt, daß der Aktuator (30) beim Einbau des Einspritzventils in einen Verbrennungsmotor auf einem Niveau zwischen dessen Zylinderkopf (37) und einer Nockenwelle (38, 39) des Verbrennungsmotors liegt.

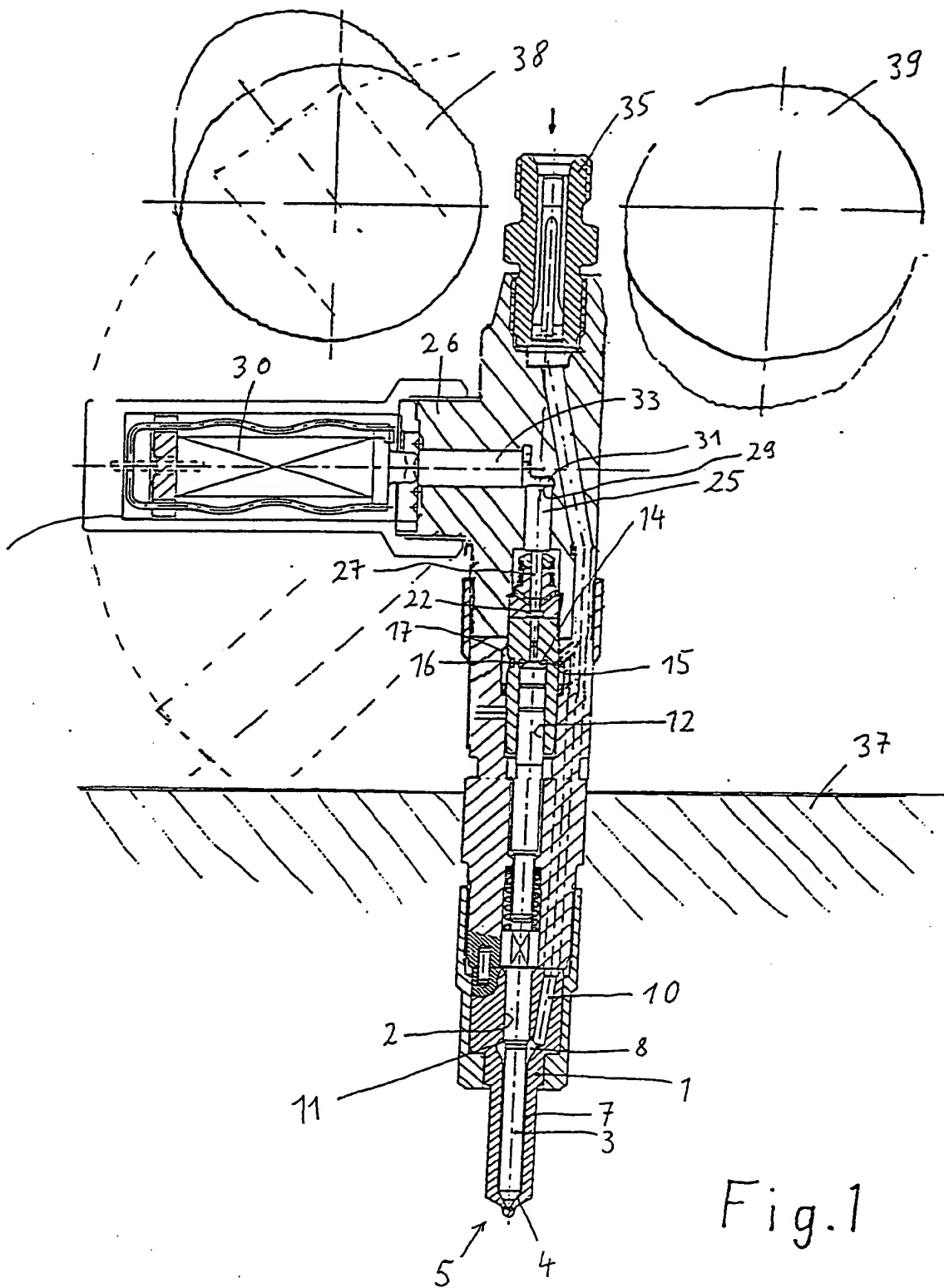
9. Einspritzventil nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Aktuator (30) mit dem restlichen Teil des Einspritzventils über ein Zwischenstück (36) verbunden ist, das einen geringeren Querschnitt hat als der Aktuator (30).

10. Einspritzventil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Zwischenstück (36) lösbar mit dem restlichen Teil des Einspritzventils verbunden ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Einspritzventil für einen Verbrennungsmotor mit
  - einem Stoßel (27) für ein Ventilielglied (22),
  - einem elektrisch betätigbaren Aktuator (30) für den Stoßel (27),
 dadurch gekennzeichnet,



BEST AVAILABLE COPY

**BEST AVAILABLE COPY**

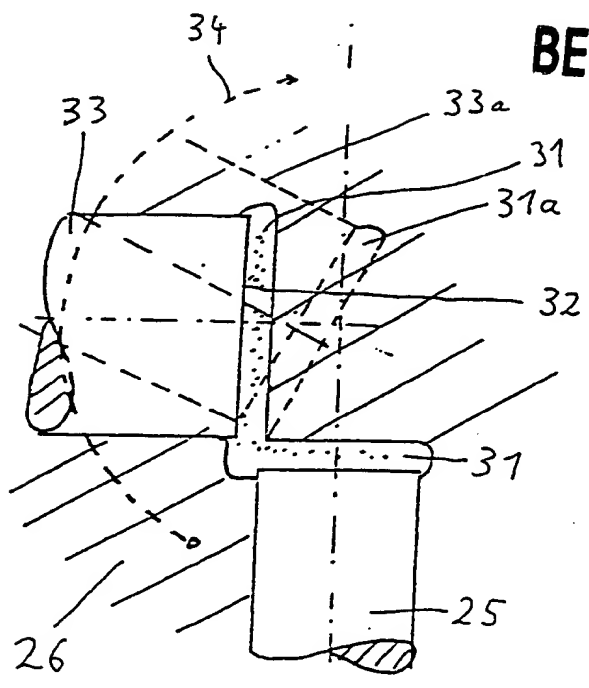


Fig. 2

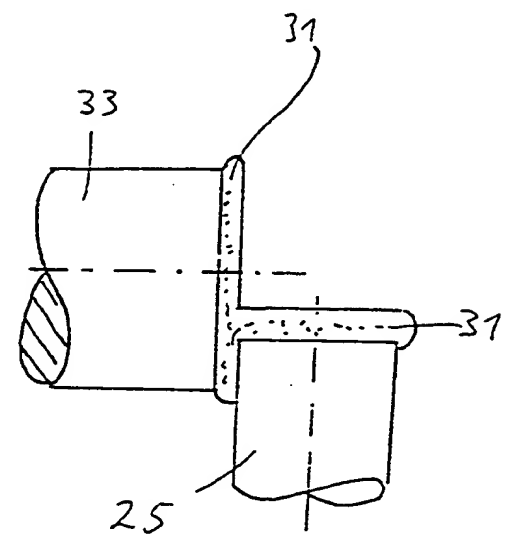


Fig. 3

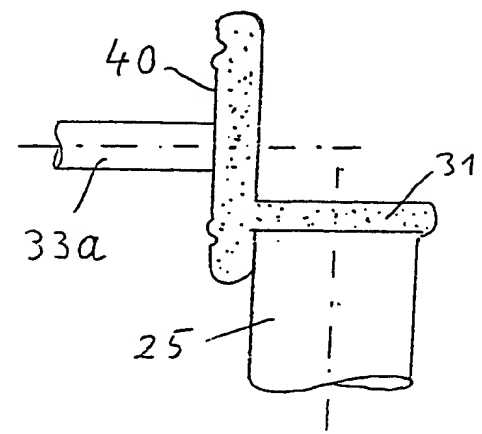


Fig. 4

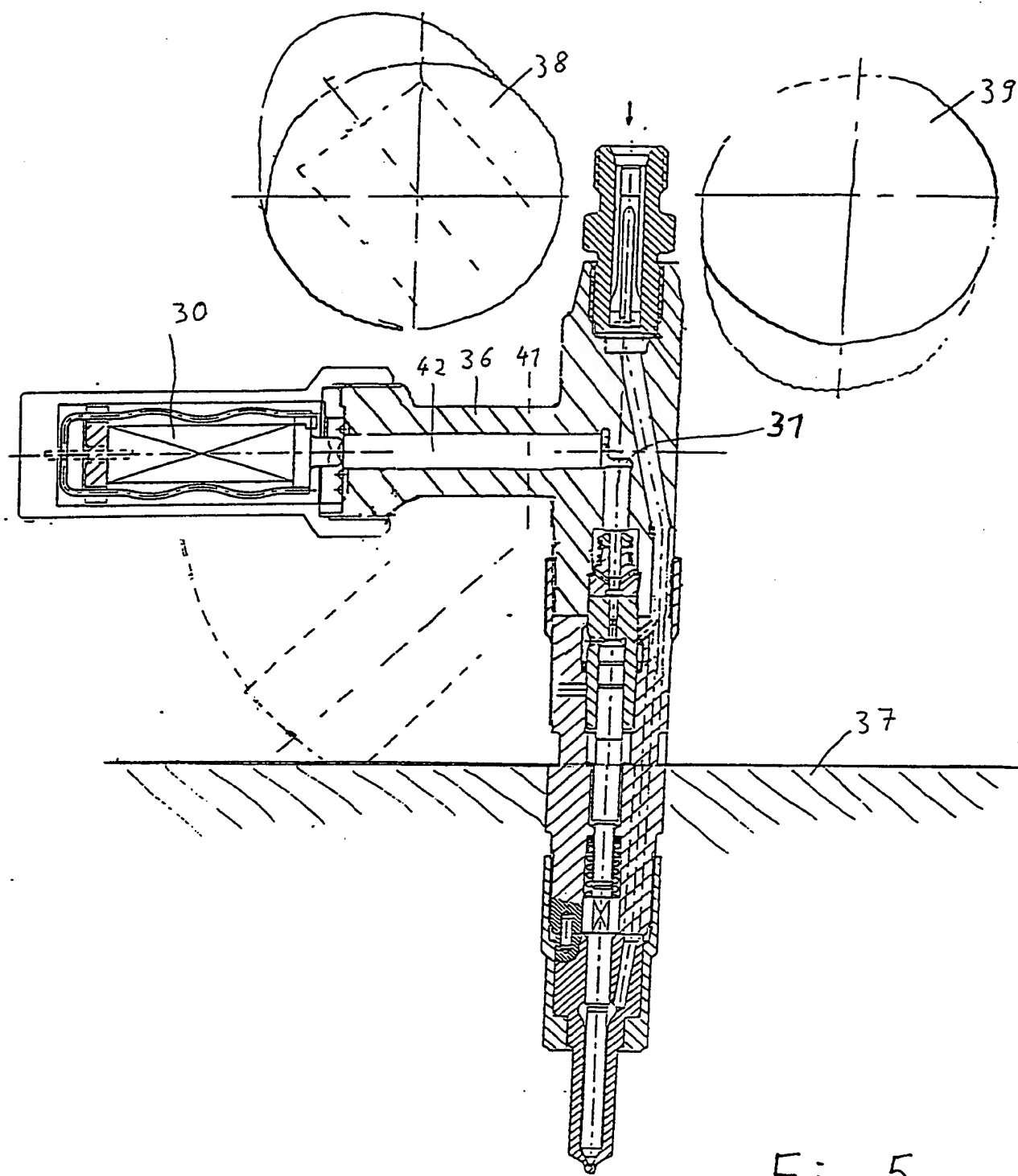


Fig. 5

BEST AVAILABLE COPY